

Ejemplo de un diagrama del ciclo termodinámico para cargar una pila con calor residual

Cosechar el desperdicio de calor

Nicté Luna

Instituto de Energías Renovables-UNAM

Jesús Antonio del Río

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos
Instituto de Energías Renovables-UNAM

Nos bajamos del auto y entramos a casa de mi madre; mi hijo y yo le gritamos ¡Ya llegamos!

Sí, en un momento voy -respondió ella.

Venir a la casa de tu abuela es como regresar a mi infancia, hay cosas que usaba de niño que ella guarda celosamente -dije.

Vamos al cuarto de las cosas viejas -sugirió Luis, mi hijo.

¡Mira este carrito, Luis! Fue un regalo de mi madre en algún cumpleaños. ¡Es eléctrico y "todo-terreno"! Recuerdo que en las mañanas de las vacaciones de verano lo echaba andar, y con el control remoto lo llevaba por el patio de la casa y pasaba largas horas entretenido hasta que las pilas se agotaban.

Siempre que pasaba eso, sabía que reponerlas por unas nuevas no sería cosa fácil porque no eran baratas, y que seguramente pasarían varios días antes de volver a la carrera en el patio. Aun me escucho rogar una y otra vez:

- ¡Mamá! ¿Me compras unas pilas nuevas?

- Ahorita no es posible, pero mientras, ponlas al sol -sugería mi madre mientras descansaba en la hamaca que estaba a la

sombra de esos dos árboles.

- ¿Al sol?

- Sí, ya verás que funcionarán un poco más.

Entonces, aunque me parecía extraña aquella sugerencia, buscaba un espacio en esa plancha de concreto rodeada de coloridas macetas y los dos árboles frondosos de mango. Ubicaba un lugar en el que no le diera la sombra mas tarde, al avanzar la mañana. Por la tarde regresaba por ellas y las colocaba nuevamente en el control remoto. Para mi sorpresa, el carro volvía a la carrera; sin embargo, la diversión se extendía solo por unos minutos más.

En aquel entonces no tenía ni idea de qué era lo que pasaba con la pila; no sabía que con calor se podía generar electricidad. Pero recientemente he leído en las noticias científicas que es posible aumentar la carga de una pila si se calienta.

Mi madre me arrebató de mis recuerdos.

- ¿Qué hacen ahí parados? Tomen asiento, les traje una jarra de agua fresca, el día está muy caluroso.

- Abuela, ¿en dónde puedo conectar mi celular?; o me vas a decir que lo saque al sol -comentó Luis en tono de broma.

- Dudo mucho que tu pila se pueda cargar con el sol, por muy sofisticado que sea tu celular. ¿O traes el cargador solar? Contesté yo, saliendo en ayuda de mi madre.

- No... no lo traje, admitió Luis, y agregó: mientras son peras o son manzanas voy a cargar mi batería

con la corriente eléctrica.

Fue entonces que les comenté lo que había recordado hacía apenas unos minutos.

Recientemente, leí en las noticias que investigadores de Stanford y del MIT desarrollaron una metodología para utilizar el calor de desecho para aumentar la carga de las baterías.

Ay papá, ¿cómo que calor de desecho? ¿qué es eso?

Es el calor que se produce cuando está funcionando un aparato. ¿A poco esa energía es mucha?, tengo la impresión de que es insignificante.

Quizá sea pequeña, pero toma en cuenta que son muchos los aparatos que hay en casa que se calientan. Seguramente has notado que una televisión se calienta, lo mismo le pasa a la computadora, al refrigerador y al teléfono celular; en este momento están liberando energía al ambiente (ver fotografías). Además, si miras a tu alrededor muchos dispositivos electrónicos requieren de baterías para su funcionamiento. Así que almacenar energía es imprescindible en nuestra vida cotidiana.

De acuerdo -cedió Luis, pero ¿cómo se haría esa "cosecha de energía"?

Según recuerdo, necesitamos tener materiales que nos ayuden a cosechar esa energía de baja temperatura, que técnicamente se conoce como *calor residual* cuya temperatura es menor a 100 grados centígrados.

- Qué caray. En mis tiempos aprovechábamos el calor residual del

refrigerador para secar los tenis o los calcetines, sobre todo cuando la lluvia no cesaba -comentó mi madre.

- ¡Qué ocurrentes, Abuela!

- Pues ese calor que tú aprovechabas madre, era energía que el refrigerador no usó para su función y le hacía disminuir su eficiencia. Ahora, imaginen que parte de esa energía que se escapa al ambiente se pudiera capturar y almacenar en baterías para luego poder usarla. De esta manera, aunque no se pudieran hacer más eficientes estos aparatos, sí podríamos decir que hacemos un mejor uso de la energía al cosechar la energía que desperdician y aumentar con ella la carga de las baterías.

Mientras platicábamos, mi madre se levantó para traernos una botana que nos refrescara más la tarde. Mientras, desde la calle, nos invadía el ruido de un carro que alguien intentaba poner en marcha; eso me hizo recordar el camión de carga que tenía mi tío Tomás. Aquel vehículo era una verdadera fuente de humo que salía por el escape.

Con el dispositivo de los investigadores podríamos incluso atrapar el calor que desechan los carros por el escape-, pensé. Y continué con mis pensamientos... -de hecho, se podría aprovechar el calor que se disipa en plantas termoeléctricas. Recordé que la CFE había informado que la eficiencia de las plantas termoeléctricas es del orden del 36%; o sea que se envía al ambiente principalmente en forma de calor, del orden del 60% de la energía que se libera al quemar los hidrocarburos. Definitivamente, atrapar el calor residual

es una idea atractiva.

- Oye, papá, ¿cómo le hicieron los investigadores de Stanford y el MIT para cosechar el calor residual? -preguntó Luis luego de contestar la ola de mensajes de whatsapp que había recibido.



Fotografía con la parte central en infrarrojo donde apreciamos las zonas calientes y frías de una computadora. Imaginemos que podemos coleccionar la energía que se disipa en estos puntos calientes.

- Ellos proponen formar un ciclo termodinámico, que consiste en cargar una batería a una temperatura mayor; es decir, la caliente aprovechando el calor residual un dispositivo, y la descarga a una temperatura menor, digamos la ambiente. La clave en este proceso es justamente la diferencia de temperatura entre la carga y la descarga de la batería (ver *diagrama*).

Luis volvió a tomar su celular, y abrió la aplicación de Google. Entonces tecleó: "pilas que se cargan con calor residual". Y ..., apareció la noticia que yo había leído unos días atrás.

- ¡Ajá!, ya encontré la noticia sobre los investigadores de la Universidad de Stanford y el MIT donde proponen el método para coleccionar el calor que puede servir para cargar una pila.

- Vaya, en mis tiempos uno como periodista tenía que andar cazando las revistas internacionales en los institutos de investigación para contar al mundo los avances científicos y tecnológicos más recientes. Ahora, basta con teclear unas cuantas palabras para obtener toda la información que buscas -exclamó mi mamá mientras

ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS, A.C.

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTÁCTANOS: editorial @acmor.org.mx



ponía en la mesa otro plato con rebanadas de pepino, sal y limón. Leyendo la información que le apareció en Google, Luis nos describió el proceso que siguieron los científicos para almacenar el calor desperdiciado. En primer

se tiene que vencer una agitación mayor de la estructura del material. Podemos decir que la carga se realiza a una entropía mayor (agitación mayor) que cuando se enfría y la energía que se suministró durante el calenta-

miento queda almacenada en la estructura microscópica del material de la batería para que posteriormente pueda ser utilizada durante la descarga a una temperatura menor que la de la carga.

- Calentar, cargar, enfriar, descargar. Mmm No parece que cargar una pila con el calor residual sea difícil –señaló mi madre intrigada.

- El reto al que se han enfrentado quienes desean cosechar el calor, tiene que ver con el tipo de material que utilizan para almacenar esa energía; no cualquiera puede funcionar para esta clase de dispositivos. Por eso, los resultados de esta nueva investigación son relevantes. Seguro en la nota vienen esos resultados. ¿Qué dicen, Luis?

- A ver... parten de que el proceso para cargar baterías puede funcionar con temperaturas inferiores a los 100 grados centígrados de diferencia entre la carga y la descarga. Para corroborar esto, los científicos realizaron el siguiente experimento: expusieron su dispositivo a 60°C y alcanzaron una eficiencia de conversión del 5.7% en electricidad. La batería utilizada en las pruebas consistía de un cátodo de *hexacianoferrato de cobre* y un ánodo Cu/Cu^{2+} . Y precisamente mencionan las características de los materiales: tienen una baja polarización, alta capacidad de car-

ga, coeficientes de temperatura moderados y calor específico de baja temperatura.

De pronto sonó la campanita del horno que nos reservaba una deliciosa lasaña. Mi madre y mi hijo se pusieron de pie para poner la mesa.

Mientras tanto, yo me quedé pensando que actualmente no tenemos una tecnología que pueda usar de manera efectiva las pequeñas diferencias de temperatura que produce el calor disipado en muchos procesos industriales, como la fabricación de acero y el refinamiento de hidrocarburos o productos cotidianos. Estamos lejos de poder enviar una batería a estas plantas para aprovechar esa energía disipada ya que se requerirían sistemas conformados por gigantescas pilas para producir suficiente electricidad. Hoy en día los prototipos desarrollados de este tipo de sistemas tienen una densidad de energía mucho menor a los dispositivos termoelectrónicos (aquellos que generan electricidad a partir de la diferencia de temperaturas, (ver "Entre el calor y el frío hay una corriente eléctrica: <http://www.acmor.org.mx/?q=content/entre-el-calor-y-el-fr%C3%ADo-hay-una-corriente-el%C3%A9ctrica>"). Además, probablemente se necesite acelerar la carga y la descarga como uno de los re-

quisitos para que la tecnología sea viable.

Por supuesto que hay detalles que deben ser resueltos antes de que este procedimiento llegue al mercado y sea de uso cotidiano. Este nuevo método de recarga de baterías nos acerca a un futuro con baterías que aprovechen el calor residual, ¡y vaya que tenemos mucho calor disipado que cosechar!

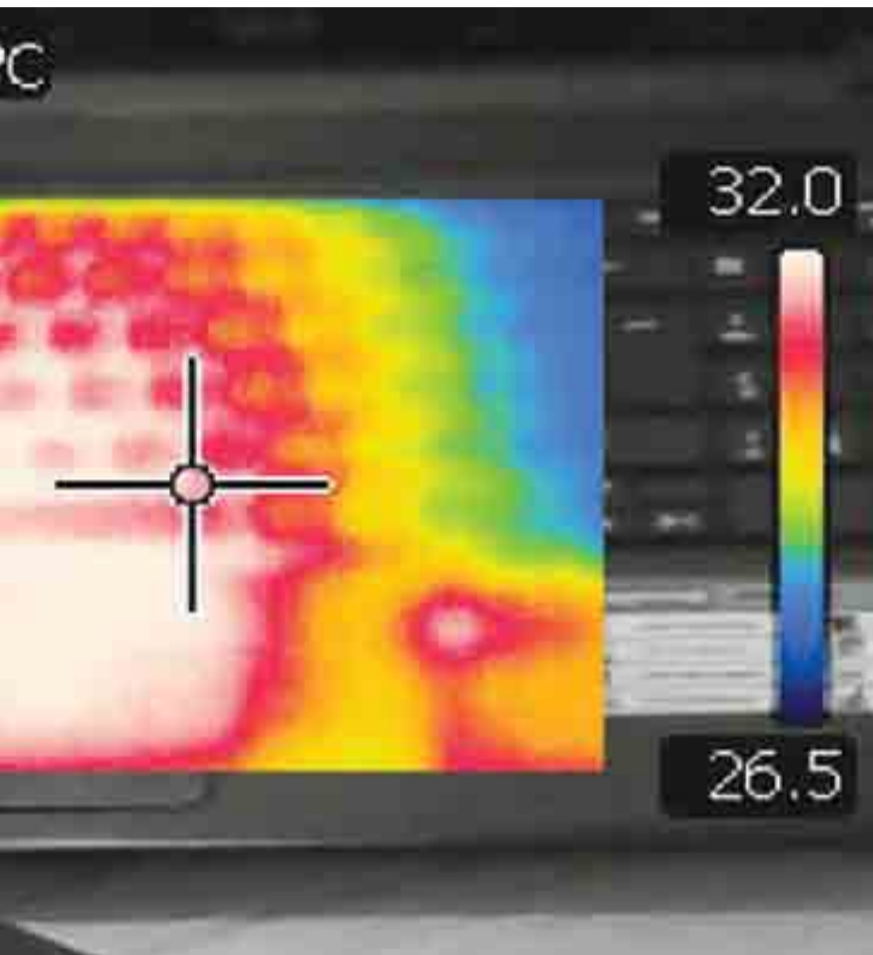
- La lasaña se ve exquisita, Abuela. ¡Papá, te estamos esperando!
- Ahora sí puedo explicar el fenómeno de la ligera carga de las baterías que ponían al sol: la energía de calentamiento se transformaba en energía de ordenamiento de la red cristalina de los materiales a una temperatura mayor en el momento que se usaban las baterías a una temperatura menor. Por supuesto, como lo dice mi experiencia, esta energía es realmente muy pequeña y solamente sirve para unos cuantos minutos de uso de los dispositivos –comenté antes de sentarme a la mesa.

- Luis, ¡deja ese celular en paz, por favor!

- Sí, Abu. Sólo voy a compartir la noticia en mi facebook –y dibujé una sonrisa en su rostro.

Bibliografía

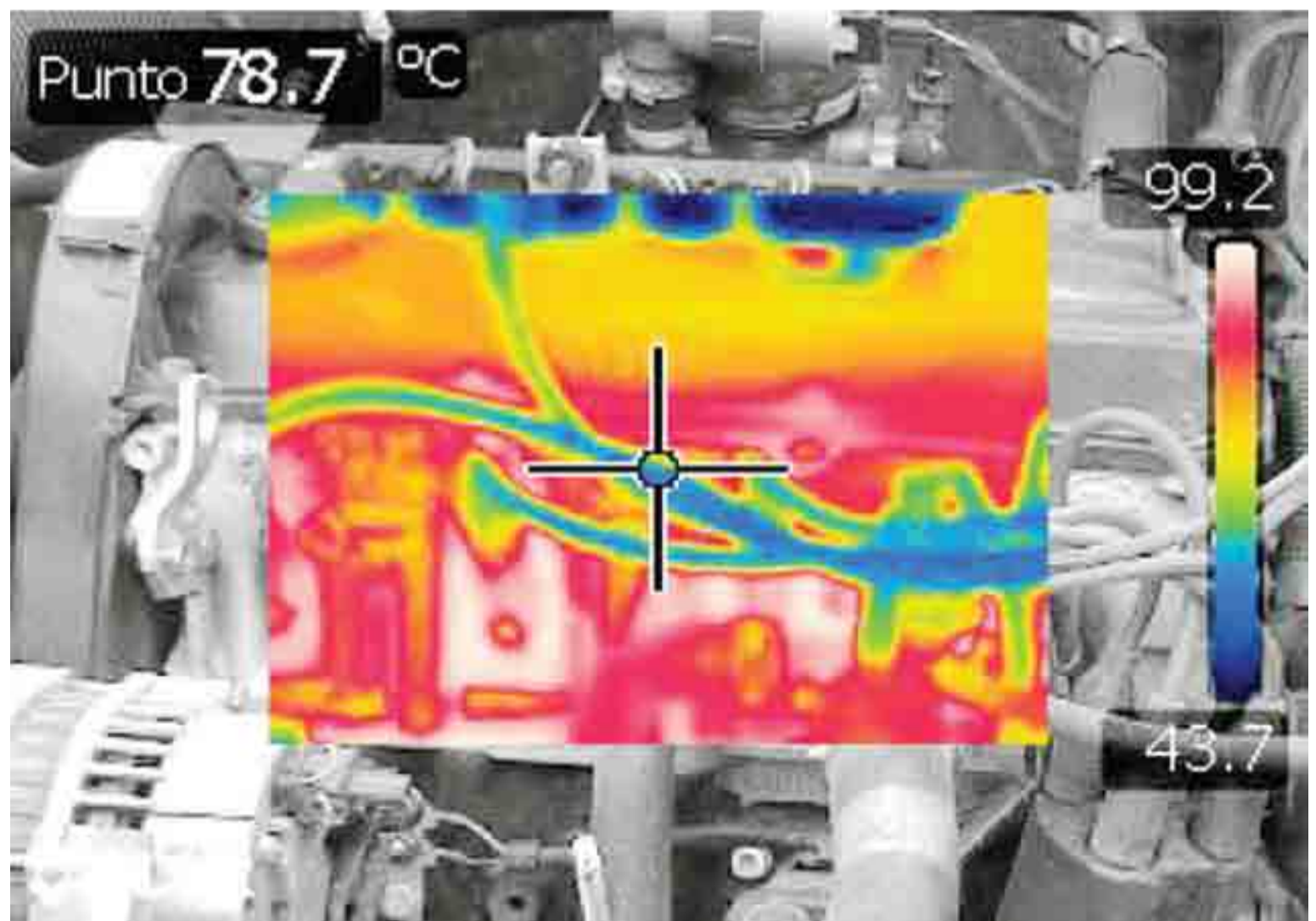
Seok Woo Lee et al. Nature Communications 5, 3942 (2014) (<http://www.nature.com/ncomms/2014/140521/ncomms4942/full/ncomms4942.html>)



lugar, calentaron una pila descargada, empleando calor residual. Entonces, mientras la pila estaba todavía caliente, se cargó aplicando un voltaje; es decir, se inyectaron electrones. Cuando la pila estaba completamente cargada, se dejó enfriar. El resultado final fue que aumentó la energía almacenada en la batería. Lo que significa que una vez que la pila se enfrió, en realidad ofreció más electricidad de la que se utilizó para cargarla.

- ¿Cómo es posible esto? ¿Me explicas con más detalle? –preguntó mientras se llevaba un bocadillo a la boca.

- Claro, veamos. Para entender el fenómeno de la recarga a temperaturas mayores, tenemos que recordar que la mayoría de los materiales sólidos presentan una oposición a conducir la corriente eléctrica y que esta resistencia a conducir electricidad varía con la temperatura. Cuando el material tiene una temperatura mayor, la estructura del mismo "vibra" y esto provoca que los electrones no se muevan tan fácilmente en el material, presentando una resistencia eléctrica mayor. Con esta idea podemos regresar a explicar el efecto en las baterías cargadas a una temperatura mayor. Al calentar las baterías e inyectar los electrones en el proceso de recarga a una temperatura alta



Fotografía con la parte central en infrarrojo donde se percibe el calor que disipa el motor de un carro encendido. La temperatura de este caso es mayor a la que se utilizó en la investigación.